

Udział traw (Poaceae) w zbiorowiskach roślinnych wykształcających się na nieużytkach hutnictwa żelaza występujących na obszarze Wyżyny Śląskiej

AGNIESZKA KOMPALA-BĄBA i WOJCIECH BĄBA

KOMPALA-BĄBA, A. AND BĄBA, W. 2013. Participation of grasses (Poaceae) in the communities, which developed on iron smelter affected lands in the Silesian Uplands. *Fragmenta Floristica et Geobotanica Polonica* 20(2): 267–284. Kraków. PL ISSN 1640-629X.

ABSTRACT: The aim of the research which were carried out on iron smelter affected lands situated in chosen towns of the Silesian Uplands was: to show the share of grasses in the floristic lists and their structural role in the chosen phytocoenoses; to compare plant communities of the study objects with those recorded on other industrial wastelands; to find those grass species, which enabled to distinguished lower units among plant communities. In the flora of the investigated objects 29 mainly native grass species were recorded. *Calamagrostis epigejos*, *Poa compressa*, *Agrostis capillaris*, *Puccinellia distans*, *Festuca ovina*, *Arrhenatherum elatius*, *Poa annua*, *Agrostis stolonifera* were the most frequently met grasses in the analysed data set. *Calamagrostis epigejos* also reached high cover in patches of some investigated plant communities. In eight distinguished vegetation units of metalliferous wastes from 5 (*Festuca ovina*-*Silene vulgaris* community) to 20 grass species (community *Tanacetum vulgare*-*Pastinaca sativa*) occurred. The share of grasses in the floristic lists reached less than 15%. The lowest share in the plant cover (less than 4%) had grasses in some initial communities with *Corispermum leptopterum*, *Chaenorhinum minus* and in *Chenopodium glauco-rubri*. The highest contribution (more than 35%) to vegetation cover had grasses mainly in *Tanacetum vulgare*-*Pastinaca sativa* community, *Festuca ovina*-*Silene vulgaris* community (only 6 grass species were recorded but 4 with frequency 60% and more and high value of coefficient cover) and forest community *Betula pendula*-*Calamagrostis epigejos*.

KEY WORDS: vegetation of iron smelter affected lands, grasses, *Poaceae*, Silesian Uplands

A. Kompala-Bąba, Katedra Geobotaniki i Ochrony Przyrody, Wydział Biologii i Ochrony Środowiska UŚ, ul. Jagiellońska 28, 40-032 Katowice, Polska; e-mail: agnieszka.kompala-baba@us.edu.pl

W. Bąba, Instytut Botaniki, Uniwersytet Jagielloński, ul. Lubicz 46, 31-512 Kraków, Polska; e-mail: wojciech.baba@uj.edu.pl

WSTĘP

Przedmiotem dotychczasowych badań prowadzonych na zwałach odpadów rud żelaza, jak również związanych z przerobem rud żelaza było zróżnicowanie flory i roślinności zwałów o różnym wieku (HANTZ 1995; CABALA & JARZĄBEK 1999a, b, c), procesy spontanicznej sukcesji (GRESZTA 1963; KRZAKLEWSKI 1986; WIKI & SENDEK 1993) oraz aplikacyjne zastosowania badań fitosocjologicznych w zagospodarowywaniu terenów przemysłowych

(MAZARAKI 1956a, b; GRESZTA 1963; KRZAKLEWSKI 1986). W badaniach nad rekultywacją terenów przemysłowych wielokrotnie zwracano uwagę na pozytywną (stabilizacja podłoża dzięki korzeniom oraz zapobieganie erozji, poprawa wilgotności podłoża, możliwość dostosowania się do różnych form stresu: susza, ubogie podłoże, podwyższona koncentracja metali ciężkich w podłożu), jak i negatywną rolę traw (możliwość konkurencji z innymi gatunkami m.in. drzewami) (GRESZTA 1963; SMITH & BRADSHAW 1972, 1979; HELM 1995; PATRZALEK 1999; 2000; SINGH i in. 2002).

Za cele pracy przyjęto: (1) określenie ilościowego i jakościowego udziału traw w zbiorowiskach roślinnych wykształcających się na wybranych zwalach hut żelaza Wyżyny Śląskiej, (2) wskazanie gatunków diagnostycznych, w tym traw, dla wyróżnionych zbiorowisk roślinnych, (3) porównanie zbiorowisk roślinnych nieużytków powstałych w wyniku działalności hutnictwa żelaza ze zbiorowiskami wykształcającymi się na innych nieużytkach przemysłowych (np. zwalach związanych z wydobywaniem rud żelaza, zwalach i osadnikach powstałych w wyniku wydobywania i przerobu rud cynku i ołowiu).

CHARAKTERYSTYKA ZWAŁÓW HUTNICZYCH

Zwały hutnicze zlokalizowane były na obszarach różnych miast, takich jak: Chorzów, Siemianowice Śl., Ruda Śląska, Gliwice, Bytom, leżących na terenie Wyżyny Katowickiej, stanowiącej środkową część Wyżyny Śląskiej (KONDRACKI 2002). Zaczęto je usypywać w różnym okresie czasu, dlatego odznaczały się one różnym stopniem rozwoju materiału glebowego, czy zaawansowania sukcesji (od 5 lat np. zwał Huty „Batory”, zwał „1 Maja”, zwał Huty „Bobrek”, zwał Huty „Łabędy” do ponad 30 lat np. zwały Huty „Jedność”) (KRZAKLEWSKI 1986). Jako materiał odpadowy składowany były żużle wielkopieczowe, żużle martenowskie, popiół paleniskowy, gruz, cegła, żużle martenowskie z domieszką piasków formierskich. Zwałowany materiał miał odczyn alkaliczny, odznaczał się podwyższoną zawartością metali ciężkich w podłożu (głównie Pb, Cr), zasoleniem, niską zawartością fosforu, średnią i wysoką zawartością potasu, wysoką zawartością magnezu (KRZAKLEWSKI 1986). Były to przeważnie zwałowiska nadpoziomowe, o wielkości od 2 do 16 ha, o różnym stopniu nachylenia zboczy i różnym kształcie (stożkowe, grzbietowe, stołowe). Na części z obiektów prowadzono rekultywację w kierunku leśnym (zwał „Herman”) przy Hucie „Kościuszek” lub rolniczym (nawiezenie gleby uprawnej np. zwał Huty „1 Maja”), a część z nich już w latach 80. XX w. (zwałowiska Huty „Jedność” także w trakcie prowadzenia badań) była zagospodarowywana w kierunku specjalnym (materiał ze zwałów używano do budowy dróg) (KRZAKLEWSKI 1986).

MATERIAŁ I METODY

Badania terenowe nad roślinnością nieużytków związanych z działalnością hutnictwa żelaza stanowią część badań, poświęconych roślinności siedlisk ruderalnych Wyżyny Śląskiej (tj. nieużytków komunalnych, zwałów węglowych, zwałów i osadników po wydobywaniu i przerobie rud cynku i ołowiu, wyrobisk piasku podsadzkowego, wyrobisk skał zwieźłych) prowadzonych w latach 2000–2012 (KOMPALA & WOŹNIAK

2001; BĄBA i in. 2003; KOMPAŁA-BĄBA i in. 2004, 2005; KOMPAŁA-BĄBA & BĄBA 2011). W terenie na zwalówiskach Huty „Jedność” wykonano 30 zdjęć fitosocjologicznych metodą Braun-Blanqueta (BRAUN-BLANQUET 1964) głównie w płatach zbiorowisk nieleśnych. Aby udokumentować pełne zróżnicowanie roślinności tych nieużytków wykorzystano również publikowane w literaturze zdjęcia fitosocjologiczne (KRZAKLEWSKI 1986; WIKI & SENDEK 1993; CABALA & JARZĄBEK 1999b, c). Zebrany materiał (140 zdjęć fitosocjologicznych, 240 gatunków) sklasyfikowano w programie PC-ORD 5.0, stosując metodę grupowania Flexible Beta ($\beta = -0.25$) i odległość (Relative Sorensen) (DZWONKO 2007). W analizie tej uwzględniono frekwencję gatunków.

Dla każdego zbiorowiska wytypowano następnie gatunki diagnostyczne używając współczynnika ϕ (ϕ coefficient of association), jako miarę wierności (tzw. fidelity). Mierzy on koncentrację wystąpień gatunku w danej jednostce roślinności w porównaniu z wystąpieniem gatunku w pozostałych analizowanych zdjęciach fitosocjologicznych. Współczynnik przyjmuje wartości od -1 do $+1$ (uzyskane wartości pomnożono przez 100) (CHYTRÝ i in. 2002). Za gatunki diagnostyczne dla danego zbiorowiska uznano te, dla których współczynnik ϕ osiągnął wartość progową ≥ 30 . W skróconej tabeli syntetycznej JUICE 7.0.64 (TICHÝ 2002) ułożono gatunki diagnostyczne według malejącej wartości współczynnika ϕ podając ich procentowy udział (frekwencję) w danej jednostce roślinności. Poza gatunkami diagnostycznymi zamieszczono w tabeli syntetycznej jedynie te gatunki, które przynajmniej w jednej z wyodrębnionych jednostek roślinności wystąpiły z frekwencją co najmniej 30%.

Udział ilościowy i jakościowy traw w poszczególnych zbiorowiskach roślinnych przedstawiono w tabeli podając dla poszczególnych gatunków traw stopień stałości (w procentach) oraz współczynnik pokrycia. Dla porównania uzyskanych wyników wykorzystano również dane dotyczące udziału traw w zbiorowiskach roślinnych wykształcających się na nieużytkach pogórnich powstałych w wyniku wydobywania rud żelaza podając stałość i zakres pokrycia gatunku w tabeli (HANTZ 1995). Ponadto obliczono udział traw w liście florystycznej (LF%) oraz w pokryciu roślinności (PO%) w Programie Profit 2.0 (BALCERKIEWICZ & SŁAWNIKOWSKI 1998).

W celu określenia głównych gradientów odpowiadających za zróżnicowanie roślinności zwałów hutniczych wykonano nietendancyjną analizę zgodności (Detrended Correspondence Analysis, DCA) w programie CANOCO for Windows 4.5 (TER BRAAK & ŠMILAUER 2002). Przed wykonaniem analizy dane poddano transformacji (square root transformation). Następnie skorelowano średnie wartości liczb Ellenberga obliczone dla poszczególnych zdjęć fitosocjologicznych (wilgotność – F; żyzność – N; odczyn gleby – R; kontynentalizm – K; światło – L) (ELLENBERG i in. 1991), liczbę i pokrycie gatunków traw, współczynnik różnorodności Shannona-Wienera, dane dotyczące składu granulometrycznego podłoża i wieku zwałów z wartościami I i II osi DCA używając współczynnika korelacji rang Tau-Kendalla (STATSOFT, INC. 2010).

Nomenklaturę roślin naczyniowych przyjęto za MIRKIEM i in. (2002), natomiast przynależność gatunków do jednostek syntaksonomicznych za opracowaniem BRZEGA i WOJTERSKEJ (2001) oraz MATUSZKIEWICZA (2001).

WYNIKI I DYSKUSJA

We florze zwałowisk powstałych w wyniku przerobu rud żelaza wystąpiło ogółem 29 głównie rodzimych gatunków traw (około 12% flory analizowanych zwałowisk hutnictwa żelaza). Jedynie 5 gatunków traw to antropofity. Gatunki te wystąpiły z frekwencją poniżej 6% w analizowanym zbiorze danych. Jeden gatunek *Panicum capillare* uważany jest za uprawiany w Polsce (MIREK i in. 2002). Rodzime gatunki traw, tj. *Calamagrostis epigejos*, *Poa compressa*, *Agrostis capillaris*, *Puccinellia distans*, *Festuca ovina*, *Arrhenatherum elatius*, *Poa annua*, *Agrostis stolonifera* należały do gatunków najczęściej występujących we florze analizowanych zwałowisk hutniczych. W większości wyróżnionych zbiorowisk roślinnych, zwłaszcza stanowiących bardziej zaawansowane stadia sukcesji, *Calamagrostis epigejos*

Tabela 1. Skrócona tabela syntetyczna zbiorowisk roślinnych stwierdzonych na zwalach hutniczych żelaza (Wyżyna Śląska). Gatunki traw zaznaczono pogrubioną czcionką

Table 1. Shortened synoptic table of the plant communities recorded on iron smelter affected lands (The Silesian Uplands). Grass species in bold

Jednostka roślinności/Vegetation unit		1	2	3	4	5	6	7	8
Liczba zdjęć fitosocjologicznych Number of relevés in the table		17	18	19	27	20	10	16	13
Liczba gatunków w tabeli Number of species in the table		122	99	62	122	38	30	74	85
Średnia liczba gatunków w zdjęciu Mean number of species in relevé		21	24	24	28	11	11	18	41
1. Zbiorowisko leśne (forest community) <i>Betula pendula</i>-<i>Calamagrostis epigejos</i>									
<i>Sisymbrium loeselii</i>	c	29	–	–	–	–	–	–	–
<i>Sorbus aucuparia</i>	c	24	6	–	–	–	–	–	–
<i>Atriplex nitens</i>	c	18	–	–	–	–	–	–	–
<i>Linaria vulgaris</i>	c	41	6	21	19	–	–	–	–
<i>Elymus repens</i>	c	29	6	–	15	–	–	–	–
<i>Robinia pseudoacacia</i>	a	18	6	–	–	–	–	–	–
<i>Populus tremula</i>	a	24	6	–	–	10	–	–	–
<i>Euonymus europaea</i>	c	12	–	–	–	–	–	–	–
<i>Agrostis gigantea</i>	c	12	–	–	–	–	–	–	–
<i>Rumex obtusifolius</i>	c	12	–	–	–	–	–	–	–
<i>Festuca rubra</i>	c	24	6	–	11	–	–	–	–
<i>Apera spica-venti</i>	c	24	11	–	7	–	–	–	–
<i>Calystegia sepium</i>	c	24	–	–	–	–	–	13	8
2. Zbiorowisko zaroślowe (shrub community) <i>Myricaria germanica</i>-<i>Chamaenerion palustre</i>									
<i>Diploaxis tenuifolia</i>	c	–	72	–	–	–	–	–	–
<i>Bryum argenteum</i>	d	6	67	–	–	–	–	–	–
<i>Bryum caespitium</i>	d	–	56	–	–	–	–	–	–
<i>Funaria hygrometrica</i>	d	–	33	–	–	–	–	–	–
<i>Artemisia campestris</i>	c	–	33	–	–	–	–	–	–
<i>Ceratodon purpureus</i>	d	–	33	–	–	–	–	–	–
<i>Chamaenerion palustre</i>	c	12	67	21	4	5	20	6	–
<i>Chenopodium botrys</i>	c	–	28	–	–	–	–	–	–
<i>Achillea collina</i>	c	–	28	–	–	–	–	–	–
<i>Myricaria germanica</i>	c	12	83	53	–	20	50	–	–
<i>Agrostis stolonifera</i>	c	18	50	–	22	–	10	13	15
<i>Chamaenerion angustifolium</i>	c	29	56	5	7	15	40	6	–
<i>Myricaria germanica</i>	b	12	22	–	–	–	–	–	–
<i>Cladonia</i> sp.	d	–	11	–	–	–	–	–	–
<i>Populus tremula</i>	c	24	50	47	–	10	20	–	–
3. Zbiorowisko zaroślowe (shrub community) <i>Salix caprea</i>									
<i>Populus</i> sp.	b	–	–	74	–	–	–	–	–
<i>Hieracium sabaudum</i>	c	–	33	95	15	–	–	–	–
<i>Hieracium piloselloides</i>	c	–	11	95	37	–	–	31	–
<i>Picris hieracioides</i>	c	–	44	100	59	5	–	19	–
<i>Populus tremula</i>	b	29	33	79	7	5	–	–	–
<i>Betula pubescens</i>	c	–	–	42	7	–	–	6	–

Tabela 1. Kontynuacja – Table 1. Continued

Jednostka roślinności/Vegetation unit		1	2	3	4	5	6	7	8
<i>Salix caprea</i>	b	35	44	89	22	15	30	–	–
<i>Pyrus communis</i>	c	–	–	26	–	–	–	–	–
<i>Betula pendula</i>	a	35	6	53	–	10	–	–	–
<i>Pinus sylvestris</i>	c	29	22	58	11	–	–	6	–
<i>Eupatorium cannabinum</i>	c	53	17	79	52	–	–	25	–
<i>Aster laevis</i>	c	–	–	21	4	–	–	–	–
<i>Betula pendula</i>	c	18	39	58	22	10	10	–	8
<i>Verbascum thapsus</i>	c	29	11	63	44	5	10	19	15
<i>Hieracium pilosella</i>	c	6	–	21	–	5	–	–	–
<i>Carduus acanthoides</i>	c	–	6	37	26	–	–	19	–
<i>Salix purpurea</i>	b	–	–	16	0	5	–	–	–
<i>Pinus sylvestris</i>	b	–	–	11	0	–	–	–	–
4. Zbiorowisko (community) <i>Tanacetum vulgare</i> - <i>Pastinaca sativa</i>									
<i>Tanacetum vulgare</i>	c	29	–	–	59	–	–	–	8
<i>Arctium lappa</i>	c	6	–	–	37	–	–	–	–
<i>Pastinaca sativa</i>	c	6	6	21	56	–	–	6	8
<i>Erucastrum gallicum</i>	c	–	–	–	26	–	–	–	–
<i>Cirsium vulgare</i>	c	24	22	5	63	5	–	–	38
<i>Achillea millefolium</i>	c	12	22	84	100	5	40	44	62
<i>Odontites serotina</i>	c	–	6	–	22	–	–	–	–
<i>Poa palustris</i>	c	–	–	–	15	–	–	–	–
<i>Potentilla anserina</i>	c	12	–	–	22	–	–	–	–
<i>Holcus lanatus</i>	c	–	–	–	22	–	–	6	8
<i>Cirsium arvense</i>	c	24	44	47	74	15	–	31	38
<i>Vicia angustifolia</i>	c	–	–	–	11	–	–	–	–
<i>Prunella vulgaris</i>	c	–	–	–	11	–	–	–	–
<i>Trifolium pratense</i>	c	–	–	–	22	–	–	–	15
<i>Centaurea jacea</i>	c	–	–	11	19	–	–	–	–
5. Zbiorowisko (community) <i>Festuca ovina</i> - <i>Silene vulgaris</i>									
<i>Festuca ovina</i>	c	12	33	–	4	95	–	–	–
<i>Rumex acetosa</i>	c	29	39	–	–	95	10	6	–
<i>Silene vulgaris</i>	c	24	28	21	22	100	–	–	8
<i>Arrhenatherum elatius</i>	c	18	6	32	–	65	–	–	–
<i>Echium vulgare</i>	c	29	28	68	33	90	10	–	–
<i>Deschampsia caespitosa</i>	c	12	28	–	4	40	–	–	–
6. Zbiorowisko (community) <i>Chaenorhinum minus</i>									
<i>Lepidium densiflorum</i>	c	–	6	–	–	–	40	–	–
<i>Inula conyza</i>	c	6	–	5	–	–	40	–	–
<i>Senecio viscosus</i>	c	6	33	16	22	–	70	38	31
<i>Corispermum leptopterum</i>	c	6	–	–	–	–	20	–	–
7. Zbiorowisko (community) <i>Corispermum intermedium</i>									
<i>Corispermum intermedium</i>	c	–	–	–	4	–	–	50	–
<i>Conyza canadensis</i>	c	47	28	32	74	–	–	94	46
<i>Arenaria serpyllifolia</i>	c	–	–	–	4	–	–	31	15
<i>Salsola kali</i> subsp. <i>ruthenica</i>	c	–	6	–	19	–	40	56	23

(c.d.)

Tabela 1. Kontynuacja – Table 1. Continued

Jednostka roślinności/Vegetation unit		1	2	3	4	5	6	7	8
8. <i>Chenopodietum glauco-rubri</i>									
<i>Sonchus palustris</i>	c	–	–	–	–	–	–	–	92
<i>Polygonum lapathifolium</i> subsp. <i>lapathifolium</i>	c	6	–	–	–	–	–	6	100
<i>Galinsoga ciliata</i>	c	–	–	–	4	–	–	–	92
<i>Bidens frondosa</i>	c	–	–	–	4	–	–	13	100
<i>Sisymbrium officinale</i>	c	6	–	–	7	–	10	–	100
<i>Fallopia convolvulus</i>	c	–	–	–	11	–	–	6	92
<i>Arctium minus</i>	c	–	–	–	0	–	–	6	77
<i>Amaranthus retroflexus</i>	c	6	–	–	0	–	–	25	92
<i>Galinsoga parviflora</i>	c	–	–	–	4	–	–	19	85
<i>Sisymbrium altissimum</i>	c	12	–	–	4	–	10	25	100
<i>Lepidium ruderae</i>	c	–	–	–	–	–	–	6	69
<i>Polygonum persicaria</i>	c	6	11	5	7	–	–	31	100
<i>Euphorbia peplus</i>	c	–	–	–	4	–	–	6	69
<i>Robinia pseudoacacia</i>	c	–	–	–	4	–	–	19	77
<i>Polygonum aviculare</i>	c	12	11	–	7	–	–	38	100
<i>Atriplex prostrata</i>	c	–	–	–	7	–	–	6	69
<i>Atriplex patula</i>	c	6	6	–	–	–	–	31	85
<i>Solanum nigrum</i>	c	12	6	–	–	–	–	44	92
<i>Erysimum cheiranthoides</i>	c	18	–	–	4	–	–	25	85
<i>Plantago major</i>	c	18	17	–	48	–	–	13	100
<i>Poa annua</i>	c	–	6	–	26	–	–	25	85
<i>Matricaria maritima</i> subsp. <i>inodora</i>	c	18	–	–	26	–	–	–	77
<i>Papaver somniferum</i>	c	–	–	–	–	–	–	–	38
<i>Helianthus tuberosus</i>	c	–	–	–	–	–	–	–	38
<i>Chenopodium glaucum</i>	c	6	17	–	26	–	20	63	100
<i>Melilotus alba</i>	c	47	11	21	41	–	–	6	92
<i>Lapsana communis</i>	c	–	–	–	–	–	–	–	31
<i>Setaria pumila</i>	c	–	–	–	–	–	–	–	31
<i>Chamomilla suaveolens</i>	c	6	–	–	–	–	10	–	38
<i>Puccinellia distans</i>	c	6	50	–	19	–	–	44	77
<i>Brassica campestris</i>	c	–	–	–	7	–	–	–	31
<i>Viola tricolor</i> s. <i>stricto</i>	c	–	–	–	–	–	–	–	23
<i>Plantago lanceolata</i>	c	6	–	–	15	–	–	–	38
<i>Melandrium album</i>	c	47	39	21	33	5	20	38	92
<i>Rumex crispus</i>	c	12	–	–	–	–	–	–	31
<i>Capsella bursa-pastoris</i>	c	–	–	–	–	–	–	13	31
<i>Sonchus arvensis</i> subsp. <i>arvensis</i>	c	–	6	–	–	–	–	–	23
<i>Sonchus oleraceus</i>	c	6	11	–	26	–	–	13	38
Gatunki diagnostyczne dla dwóch lub trzech jednostek roślinności / Species diagnostic for three or two vegetation units									
<i>Solidago gigantea</i>	c	29	6	95	100	–	20	25	23
<i>Poa compressa</i>	c	29	17	84	74	–	40	19	8
<i>Populus</i> sp.	c	–	–	58	59	–	–	44	8
<i>Oenothera biennis</i> s. <i>stricto</i>	c	29	39	84	93	–	–	44	46
<i>Medicago lupulina</i>	c	24	11	11	74	–	–	6	92

Tabela 1. Kontynuacja – Table 1. Continued

Jednostka roślinności/Vegetation unit		1	2	3	4	5	6	7	8
<i>Chaenorhinum minus</i>	c	6	78	–	15	–	100	94	54
<i>Lactuca serriola</i>	c	12	11	–	7	–	–	56	85
<i>Chenopodium album</i>	c	12	6	–	33	–	30	69	100
<i>Daucus carota</i>	c	41	56	100	100	5	–	19	92
Inne gatunki z frekwencją – 30% przynajmniej w 1 jednostce roślinności / Other species with frequency – 30% in at least one vegetation unit									
<i>Betula pendula</i>	b	47	44	26	11	15	–	–	–
<i>Artemisia vulgaris</i>	c	82	72	95	96	–	30	75	100
<i>Tussilago farfara</i>	c	53	39	58	56	45	10	19	31
<i>Taraxacum sect. Ruderalia</i>	c	65	56	32	48	35	10	38	31
<i>Cardaminopsis arenosa</i> subsp. <i>arenosa</i>	c	18	83	42	37	90	70	19	69
<i>Reseda lutea</i>	c	12	17	32	44	70	20	56	38
<i>Agrostis capillaris</i>	c	12	6	53	56	60	10	–	15
<i>Salix caprea</i>	c	18	61	63	26	10	50	6	–
<i>Calamagrostis epigejos</i>	c	82	89	95	59	90	50	6	–
<i>Chenopodium rubrum</i>	c	6	33	–	19	–	30	50	38
<i>Hieracium laevigatum</i>	c	18	6	37	26	15	–	–	–
<i>Erigeron acris</i>	c	12	33	11	19	–	10	–	–
<i>Lolium perenne</i>	c	18	6	–	19	–	–	13	31
<i>Epilobium adnatum</i>	c	–	6	–	15	–	30	31	–

wystąpił zarówno z wyższą frekwencją (powyżej 50%), jak i niejednokrotnie pokryciem. Takie gatunki traw, jak: *Agrostis capillaris*, *Poa compressa*, *Arrhenatherum elatius* oraz *Puccinellia distans* częściej odnotowywano w płatach niektórych zbiorowisk zaroślowych i zielnych, natomiast *Poa annua* w płatach *Chenopodietum glauco-rubri* (Tab. 1, 2). Większość gatunków traw wystąpiła jednak w 1 do 16 zdjęć fitosocjologicznych i z niższym pokryciem (poniżej 16% w analizowanym zbiorze danych) (Tab. 1, 2).

W badaniach nad sukcesją roślinności na zwałach pogórnich powstałych po wydobywaniu rud żelaza HANTZ (1995) stwierdził, że na najmłodszych zwałach trawy występowały z niską frekwencją poniżej 40% (I, II stopień stałości), rzadko powyżej 40% (np. *Lolium perenne*). Jedynie *Calamagrostis epigejos*, którego płyty wykształciły się u podnóża hałd, osiągnął pokrycie powyżej 5%. W miarę zaawansowania sukcesji na zwałach starszych (28-letnich) licznie występowały takie gatunki traw, jak: *Poa compressa* (III⁺⁴), *Festuca ovina* (II⁺¹), *Calamagrostis epigejos* (IV⁺³), *Festuca pratensis* (III⁺²) (Tab. 2).

Udział gatunków traw w zbiorowiskach roślinnych zwałowisk hutniczych

Analiza DCA (Ryc. 1A, B) wskazuje na wyraźny gradient związany z żyznością oraz odczynem podłoża, jak również składem granulometrycznym substratu glebowego od zbiorowisk ubogich podłożu, wykształcających się na gruboziarnistym materiale (fitocenozy *Festuca ovina*-*Silene vulgaris*), fitocenoz zaroślowych z *Salix caprea*, poprzez zbiorowiska ruderalne związku *Onopordion acanthii* (zbiorowisko *Tanacetum vulgare*-*Pastinaca*

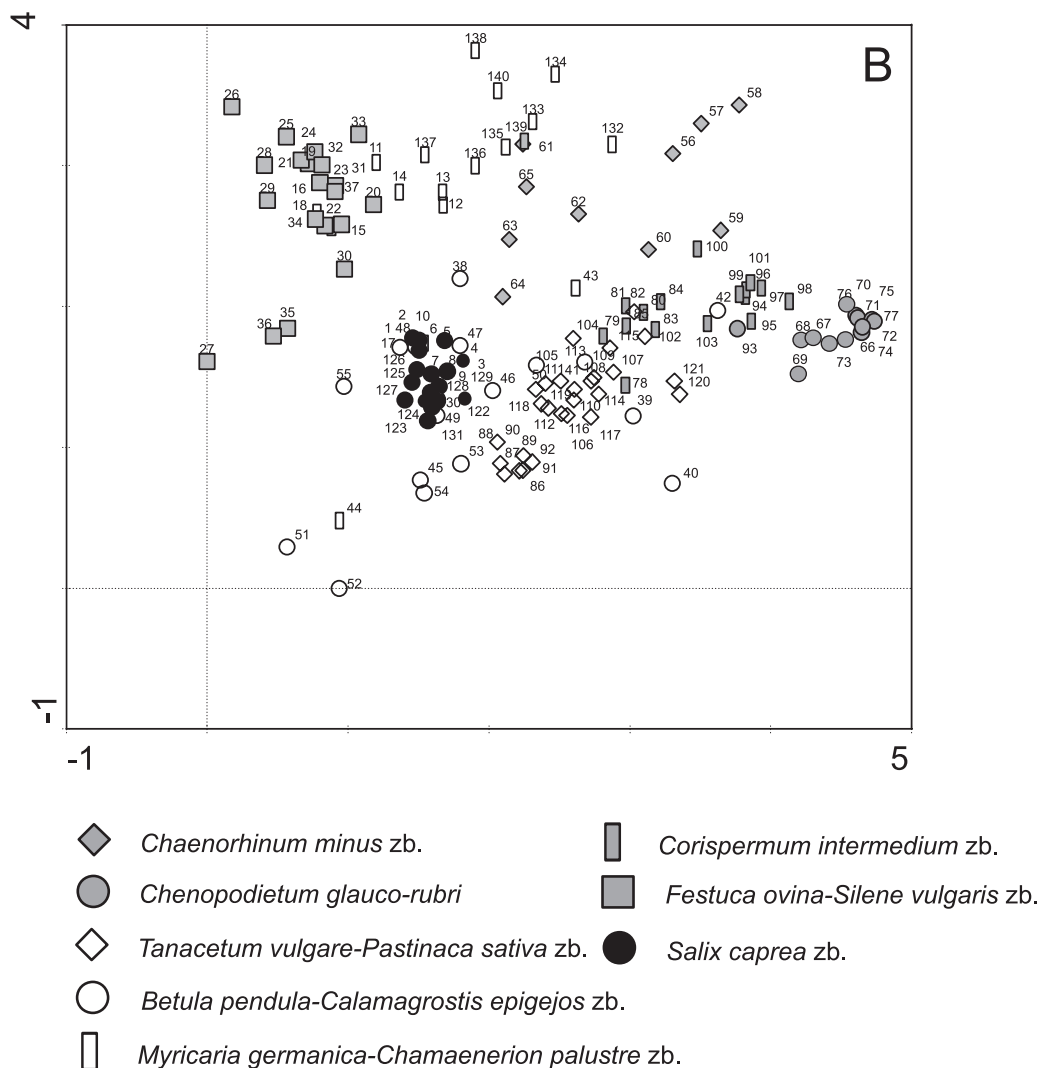
6



Ryc. 1A. Ordynacja DCA roślinności zwalów hutniczych żelaza zlokalizowanych na Wyżynie Śląskiej. **A.** Gatunki. Skróty nazw gatunków: cztery pierwsze litery – nazwa rodzajowa; trzy kolejne – nazwa gatunkowa; oznaczenie warstwy: 9 – warstwa mszysta, 6 – warstwa zielna; 5 – warstwa krzewów, 3 – warstwa drzew

Fig. 1A. The ordination DCA of vegetation connected with iron smelter affected lands of the Silesian Uplands **A.** Species. Species abbreviations: first 4 letters – genus name, 3 other letters – species name, layer code: 9 – moss layer; 6 – herb layer, 5 – low shrub layer; 3 – tree layer

sativa), zbiorowisko *Corispermum intermedium* występujące na podłożu piaszczystym do zbiorowisk siedlisk przenawożonych, często zasolonych (*Chenopodium glauco-rubri*), które występowały na podłożu, który stanowił także pył ze skrubów. Wykazano również dodatnią korelację między wartościami I osi DCA a liczbą gatunków oraz wskaźnikiem różnorodności Shannona-Wieniera oraz ujemną pomiędzy liczbą i pokryciem gatunków traw



Ryc. 1B. Ordynacja DCA roślinności zwalów hutniczych żelaza zlokalizowanych na Wyżynie Śląskiej. **B** – zbiorowiska roślinne (zb.)

Fig. 1B. The ordination DCA of iron smelter affected lands of the Silesian Uplands **B** – plant communities (zb.)

(Tab. 3). Druga oś DCA wykazuje słabszy gradient związany ze wzrostem nasłonecznienia podłoża od zbiorowisk leśnych (zbiorowisko *Betula pendula-Calamagrostis epigejos*), zaroślowych (zbiorowisko *Salix caprea*) w kierunku zbiorowisk nieleśnych, w których rolę dominanta przyjmuje *Festuca ovina*, a także zbiorowisk inicjalnych (5–10 lat) (zbiorowisko *Chaenorhinum minus* oraz *Myricaria germanica*) (Ryc. 1A, B).

Nie wykazano istotnej korelacji z wilgotnością podłoża (Tab. 3). Z badań prowadzonych na tych obiektach wiadomo, że zwalę te odznaczają się przeważnie niedostatecznym uwilgotnieniem i niekorzystnymi warunkami dla wzrostu roślin (MACIAK 2003).

Tabela 3. Korelacje Tau-Kendall między I, II osią DCA a wybranymi zmiennymi ($p < 0,05$)
Table 3. Tau-Kendall's correlations between I, II DCA axes and some variables ($p < 0,05$)

Zmienne/Variables	AXI	AXII
Liczba gatunków traw/No of grass species	-0,221	-0,123
Pokrycie traw / Cover of grasses	-0,241	-0,200
Współczynnik Shannona-Wienera/Shannon-Wiener index (W)	0,296	-0,242
Światło/Light (L)	0,100	0,278
Temperatura/Temperature (T)	0,665	0,105
Kontynentalizm/Continentality (K)	0,301	0,077
Wilgotność/Moisture (F)	-0,027	-0,191
Odczyn gleby/Reaction (R)	0,361	-0,026
Żyzność/Nutrients (N)	0,569	-0,202
Podłoże gruboziarniste /Coarse substratum	-0,428	-0,029
Podłoże piaszczyste/Sandy substratum	0,168	0,027
Podłoże drobnoziarniste/ Fine substratum	0,397	0,014
Wiek/Age of heap	-0,581	-0,252

W wyniku przeprowadzonej klasyfikacji zdjęć fitosocjologicznych wyróżniono 8 zbiorowisk roślinnych, w tym jedno leśne (zbiorowisko *Betula pendula-Calamagrostis epigejos*), dwa zaroślowe (zbiorowisko *Salix caprea* oraz zbiorowisko *Myricaria germanica-Chamaenerion palustre*) oraz 6 zbiorowisk zielnych (Tab. 1). Wyróżnione jednostki roślinności zawierały od 10 do 27 zdjęć fitosocjologicznych. Przeprowadzona klasyfikacja częściowo potwierdziła wyniki uzyskane wcześniej przez innych badaczy (KRZAKLEWSKI 1986; WIK & SENDEK 1993; CABALA & JARZĄBEK 1999b, c). Włączenie zdjęć fitosocjologicznych wykonanych podczas badań terenowych pozwoliło również na wyodrębnienie odrębnego zbiorowiska *Festuca ovina-Silene vulgaris* oraz na ponowne sklasyfikowanie dużego zbioru zdjęć wykonanych na zwalach związanych z działalnością hutnictwa żelaza z wykorzystaniem metod statystycznych.

W tabelach poszczególnych zbiorowisk roślinnych wystąpiło od 5 (fitocenozy *Chaenorhinum minus*) do 20 gatunków traw (zbiorowisko *Tanacetum vulgare-Pastinaca sativa*). W liście florystycznej poszczególnych zbiorowisk roślinnych udział traw wynosił poniżej 20% (Tab. 2). Najniższy udział (10%) traw odnotowano w zbiorowiskach roślinnych wykształcających się na żużlu wielkopiecowym na zwale Huty „Kościuszk” w Chorzowie, zaroślowym z *Salix caprea* oraz zielnym *Corispermum intermedium*, a także w zbiorowisku *Chenopodietum glauco-rubri*, rozwijającym się na zwale Huty „Batory” na żużlu martenowskim. W pozostałych zbiorowiskach roślinnych udział traw wynosił powyżej 15%.

Fitocenozy leśne *Betula pendula-Calamagrostis epigejos*, wykształcające się na różnym podłożu (żużle martenowskie, żużle wielkopiecowe), porastają najstarsze części zwalów (powyżej 20 lat). Posiadają one trójwarstwową strukturę. Warstwę drzew i krzewów tworzą *Betula pendula*, *Salix caprea*, *Populus tremula* i *Robinia pseudoacacia*. Warstwę zielną współtworzą gatunki ruderalne związku *Onopordion acanthii* i klasy *Artemisietea* oraz klasy *Stellarietea mediae*, a także łąkowe klasy *Molinio-Arrhenatheretea*. Udział traw w liście florystycznej zbiorowiska wynosi 16%, a w pokryciu 37%. Najwyższą frekwencją i pokryciem w płatach odznacza się *Calamagrostis epigejos*. W części płatów

częściej odnotowywano *Elymus repens*, *Lolium perenne*, *Agrostis gigantea*, *A. stolonifera*, *Deschampsia caespitosa*, *Dactylis glomerata*, *Arrhenatherum elatius* (miejsca z nawiezioną w trakcie rekultywacji glebą), *Agrostis capillaris* i *Festuca rubra* tworzyły facje w płatach rozwijających się na skarpach (KRZAKLEWSKI 1986). Trzcinnik piaszkowy osiągał pokrycie powyżej 25% na zwalach 5–15 letnich powstałych w wyniku działalności górnictwa żelaza. *Poa compressa*, *Lolium perenne*, *Festuca rubra* wystąpiły z wyższym pokryciem w większości płatów, a w niektórych płatach także *Poa trivialis* lub *Deschampsia caespitosa* (GRESZTA 1963). *Calamagrostis epigejos* wystąpił również z wyższą frekwencją na zwalach hutniczych powstałych w wyniku przerobu na drodze ogniowej rud cynku i ołowiu w płatach zbiorowisk związku *Onopordion acanthii* (KOMPALA i in. 2005).

Zbiorowisko *Myricaria germanica*-*Chamaenerion palustre* obejmuje płaty przedstawiające różne stadia sukcesji na żużlach wielkopiecowych na zwalach Huty „Jedność” (WIKI & SENDEK 1993), część płatów z *Salix caprea* występujących na zwale Huty „Kościusko”, Huty „Batory” oraz płaty sklasyfikowane jako zbiorowisko *Betula pendula*-*Calamagrostis epigejos* (KRZAKLEWSKI 1986; CABAŁA & JARZĄBEK 1999c). Wcześniejsze stadia sukcesji tworzą głównie *Myricaria germanica*, *Diplotaxis tenuifolia*, *Chenopodium botrys*, *Ch. glaucum*, *Ch. rubrum*, *Chaenorhinum minus*, *Puccinellia distans*, a spośród mszaków *Funaria hygrometrica*, *Bryum argenteum*, *B. caespiticium*. W późniejszych stadiach sukcesji wykształca się warstwa krzewów, którą tworzą: *Salix caprea*, *Betula pendula*, *Myricaria germanica*, *Populus tremula*, a w warstwie runa wyższą frekwencję osiągają *Achillea collina*, *Festuca ovina*, *Calamagrostis epigejos*, *Picris hieracioides*, *Daucus carota*, *Tussilago farfara*, *Solidago canadensis*, *Leontodon autumnalis*, czy *Ceratodon purpureus* (Tab. 1, 2).

Kolejna jednostka roślinności obejmuje płaty zbiorowiska zaroślowego *Salix caprea* oraz płaty *Myricaria germanica* opisane ze zwałowiska „Huty Kościusko” (CABAŁA & JARZĄBEK 1999b, c). Zbiorowisko posiada dwuwarstwową (miejscami trójwarstwową) strukturę. Warstwę krzewów tworzą *Salix caprea*, *S. purpurea*, *Populus tremula*, *Pinus sylvestris*, *Betula pendula*, warstwę runa gatunki ruderalne związku *Onopordion acanthii*. Gatunki łąkowe klasy *Molinio-Arrhenatheretea*. *Calamagrostis epigejos*, *Poa compressa*, czy *Agrostis capillaris* wystąpiły z frekwencją powyżej 50%. Płaty odznaczały się wyraźnym zróżnicowaniem, które pozwala wyodrębnić dwa warianty: jeden z bogato rozwiniętą warstwą krzewów, a w runie z obecnością *Agrostis capillaris*, *Verbascum thapsus*, *Carduus acanthoides* oraz drugi z wyraźnym udziałem w warstwie krzewów *Betula pendula*, a w runie *Tussilago farfara*, *Echium vulgare*, *Cardaminopsis arenosa*, *Silene vulgaris*, *Chamaenerion palustre* oraz *Arrhenatherum elatius* (Tab. 1, 2).

Grupa 4 (Tab. 1, 2) obejmuje fitocenozy, które klasyfikowane były wcześniej jako zbiorowisko *Conyza canadensis*-*Agrostis capillaris*, zbiorowisko klasy *Molinio-Arrhenatheretea* lub *Artemisio-Tanacetetum* (CABAŁA & JARZĄBEK 1999b). Do gatunków diagnostycznych należą gatunki ruderalne związku *Onopordion acanthii*, a także gatunki łąkowe, w tym trawy: *Poa palustris* i *Holcus lanatus* (Tab. 1). *Calamagrostis epigejos*, *Poa compressa* i *Agrostis capillaris* osiągnęły w zbiorowisku frekwencję ponad 50% (Tab. 2).

Na zwałowisku „Huty Jedność” na podłożu silnie przesuszonym, na żużlu wielkopiecowym odnotowano płaty zbiorowiska *Festuca ovina*-*Silene vulgaris*. *Festuca ovina*,

Arrhenatherum elatius, *Deschampsia caespitosa*, a także *Rumex acetosa*, *Silene vulgaris* oraz *Echium vulgare* zostały uznane za gatunki diagnostyczne tego zbiorowiska. Ponadto z wyższą frekwencją i pokryciem w płatach wystąpiły również *Agrostis capillaris* i *Calamagrostis epigejos*. Poszczególne fitocenozy posiadają 3-warstwową lub 2-warstwową strukturę. W części płatów wyższą frekwencję a często też wyższe pokrycie osiągnęły takie gatunki, jak: *Reseda lutea*, *Echium vulgare*, *Tussilago farfara*. W innych fitocenozach dobrze rozwinięta była warstwa krzewów, którą tworzyły głównie: *Betula pendula* i *Salix caprea*. *Phragmites australis* pokrywała ponad ¼ jednego z płatów (Tab. 1, 2). *Festuca ovina* obok *Cardaminopsis arenosa* należy do gatunków częstych (60% analizowanych poletek, stałość IV-V w większości wydzielonych typów roślinności), a niejednokrotnie dominujących w zbiorowiskach nieleśnych Olkuskiego Okręgu Rudnego. Kostrzewa owcza może rosnąć na siedliskach odznaczających się podwyższoną koncentracją metali ciężkich, narażonych na silne nasłonecznienie, często zróżnicowanych pod względem wilgotności, odczynu i zasobności podłoża (SZAREK-ŁUKASZEWSKA & GRODZIŃSKA 2011). W części poletek wyraźny udział miały porosty, a z roślin naczyniowych gatunki psammofilne (klasa *Koelerio-Corynephoretea*, *Nardo-Callunetea*) oraz łąkowe (klasa *Molinio-Arrhenatheretea*). *Festuca ovina*, *Molinia caerulea* tworzyły w pobliżu hut metali zbiorowiska prawie jednogatunkowe, w których niewielki udział miały gatunki należące do rodzin: *Caryophyllaceae*, *Brassicaceae* (SZAREK-ŁUKASZEWSKA & GRODZIŃSKA 2011).

Natomiast GRESZTA (1963) badając sukcesję na zwalach związanych z wydobywaniem rud żelaza rzadko odnotowywał takie gatunki, jak *Festuca ovina* i *Hieracium pilosella*. Jedynie na rekultywowanym zwale, gdzie podłoże było silnie zakwaszone oraz wystąpiło wysokie stężenie glinu wymiennego pokrycie traw sięgało powyżej 5% (*Festuca ovina* do 25%, *Festuca rubra* do 50%, *Agrostis capillaris* powyżej 50%).

Fitocenozy, w których *Festuca ovina* osiąga pokrycie powyżej 25% przyjmując często rolę dominanta, zostały także opisane z osadników poflotacyjnych powstałych w wyniku przerobu rud cynku i ołowiu, na ubogim, przesuszonym podłożu. Obok *Festuca ovina* z wyższą frekwencją w płatach tego zbiorowiska wystąpiły również *Agrostis capillaris*, *Deschampsia caespitosa*, czy *Calamagrostis epigejos*. Fitocenozy te były jednak bogatsze florystycznie (od 15 do 25 gatunków, średnio 20), a płaty współtworzyły gatunki muraw kserotermicznych klasy *Festuco-Brometea*, gatunki łąkowe klasy *Molinio-Arrhenatheretea*, jak też gatunki ruderalne związku *Onopordion acanthii* i klasy *Artemisietea vulgaris*. *Agrostis capillaris* odznacza się wolniejszym tempem wzrostu na terenach objętych eksploatacją i przerobem rud cynku i ołowiu i tolerancją względem różnych form stresu (tj. podwyższonej koncentracji metali ciężkich, niedoboru składników w podłożu, suszy). Wyróżniane są odmiany *Agrostis capillaris*, które rosną przez kilkanaście lat na terenach o podwyższonej koncentracji metali ciężkich (Cu, Zn) (TORDOFF i in. 2000).

Płaty inicjalnego zbiorowiska *Chaenorhinum minus* podawane były z różnych zwalów zlokalizowanych na terenie Chorzowa, Bytomia, Gliwic, Rudy Śląskiej, Siemianowic Śląskich i rozwijały się na podłożu, które stanowiły zarówno żużle martenowskie, żużle wielkopieczowe, żużle martenowskie z domieszką piasków formierskich (KRZAKLEWSKI 1986; WIKI & SENDEK 1993; CABAŁA & JARZĄBEK 1999b). Te ubogie florystycznie fitocenozy współtworzą głównie gatunki ruderalne klasy *Stellarietea mediae*, tj. *Chaenorhinum minus*,

Senecio viscosus, *Lepidium densiflorum*, a także *Cardaminopsis arenosa*. Pomimo iż udział traw w składzie florystycznym zbiorowiska wynosił 17%, to miały one niewielki udział w pokryciu roślinności (głównie *Calamagrostis epigejos*, *Poa compressa*) (Tab. 1, 2).

Fitocenozy *Corispermum intermedium* (Ryc. 1A, B, Tab. 1, 2) występujące na podłożu piaszczystym u podnóża zwału Huty „Kościuszek”, współtworzyły gatunki krótkotrwałych zbiorowisk ruderalnych klasy *Stellarietea mediae*, a także wieloletnie gatunki ruderalne związku *Onopordion acanthii*. Trawy wystąpiły w płatach *Corispermum intermedium* prze-ważnie z frekwencją poniżej 30% oraz niskimi współczynnikami pokrycia. Wyjątek stanowi *Puccinellia distans*.

Fitocenozy *Chenopodietum glauco-rubri* odnotowano na żużlu martenowskim, na zwałowisku Huty „Kościuszek” (CABAŁA & JARZĄBEK 1999b) (Tab. 1, 2, Ryc. 1A, B). Fitocenozy współtworzą gatunki klasy *Bidentetea tripartiti*: *Chenopodium glaucum*, *Polygonum lapathifolium* subsp. *lapathifolium*, *Bidens frondosa*, *Atriplex prostrata*, gatunki krótkotrwałych zbiorowisk ruderalnych klasy *Stellarietea mediae* (*Sisymbrium altissimum*, *S. officinale*, *Solanum nigrum*, *Atriplex patula*, *Lactuca serriola*). Spośród traw wyższą stałość, ale niskie wartości współczynnika pokrycia, osiągają *Poa annua*, *Puccinellia distans*, *Setaria pumila*.

PODSUMOWANIE

(1) Na nieużytkach hutnictwa żelaza najczęściej występują rodzime gatunki traw, podobnie jak na nieużytkach górnictwa rud żelaza i innych obszarach związanych z wydobyciem i przerobem rud metali (Zn, Pb). *Calamagrostis epigejos*, *Poa compressa*, *Agrostis capillaris*, *Puccinellia distans*, *Festuca ovina*, *Arrhenatherum elatius*, *Poa annua* należały do gatunków najczęściej występujących we florze analizowanych zwałowisk hutniczych. Wiele z nich odnotowana została również jako częste lub lokalnie częste na innych nieużytkach przemysłowych Wyżyny Śląskiej (KOMPALA i in. 2004, 2005).

(2) W składzie florystycznym zbiorowisk roślinnych występujących na zwałach hutniczych żelaza trawy stanowiły poniżej 25%.

(3) Udział traw w pokryciu warstwy zielonej wynosił od 2%–3% (zbiorowiska inicjalne *Chaenorhinum minus*, *Corispermum intermedium* oraz *Chenopodietum glauco-rubri*) do 52% (zbiorowisko *Festuca ovina-Silene vulgaris*). Największy udział trawy miały w tych zbiorowiskach, gdzie osiągały zarówno wysoką frekwencję, jak i pokrycie. Nadawały im niejednokrotnie specyficzną trawiastą fizjonomię, np. *Calamagrostis epigejos* – zbiorowisko *Betula pendula-Calamagrostis epigejos* lub *Festuca ovina-Silene vulgaris*.

LITERATURA

- BALCERKIEWICZ S. & SŁAWNIKOWSKI O. 1998. Profit 2.0. Pakiet programów komputerowych do analiz geobotanicznych. Profit s. c., Poznań.
- BĄBA W., BŁOŃSKA A. & KOMPALA A. 2003. Grasses in plant communities of sand-pits. – W: L. FREY (red.), Problems of grass biology, s. 547–562. W. Szafer Institute of Botany, Polish Academy of Sciences, Kraków.

- BRAUN-BLANQUET J. 1964. Pflanzensoziologie. 3rd ed. s. 865. Soringerverlag, Wien.
- BRZEG A. & WOJTERSKA M. 2001. Zespoły roślinne Wielkopolski, ich stan poznania o zagrożenia. – W: M. WOJTERSKA (red.), Szata roślinna Wielkopolski i Pojezierza Południowopomorskiego. Przewodnik sesji terenowych 52. Zjazdu PTB, 24–28 września 2001, s. 39–110. Bogucki Wydawnictwo Naukowe, Poznań.
- CABAŁA S. & JARZĄBEK Z. 1999a. Szata roślinna zwałowisk przemysłowych Chorzowa. Część I: Analiza flory. – Arch. Ochr. Środ. **25**: 133–153.
- CABAŁA S. & JARZĄBEK Z. 1999b. Szata roślinna zwałowisk przemysłowych Chorzowa. Część II: Roślinność zielna. – Arch. Ochr. Środ. **25**(2): 131–148.
- CABAŁA S. & JARZĄBEK Z. 1999c. Szata roślinna zwałowisk przemysłowych Chorzowa. Część II: Roślinność zaroślowa i leśna. – Arch. Ochr. Środ. **25**(4): 119–129.
- CHYTRÝ M., TICHÝ L., HOLT J. & BOTTA-DUKAT Z. 2002. Determination of diagnostic species with statistical fidelity measures. – J. Veg. Sci. **13**: 79–90.
- DZWONKO Z. 2007. Przewodnik do badań fitosocjologicznych. Vademecum Geobotanicum. s. 304. Instytut Botaniki Uniwersytetu Jagiellońskiego, Poznań – Kraków.
- ELLENBERG H., WEBER H. E., DÜLL R., WIRTH V., WERNER W. & PAULISSEN D. 1991. Zeigewerte von Pflanzen in Mitteleuropa. – Scripta Geobotanica **18**: 1–248.
- GRESZTA J. 1963. Charakterystyka gleboznawcza zwałów kopalnictwa rud żelaza oraz metody ich zagospodarowania. – Ochr. Przyr. **29**: 141–214.
- HANTZ J. 1995. Zróżnicowanie roślinności hałd Okręgu Kłobucko-Częstochowskiego w zależności od ich wieku. Roczn. Akad. Roln. Poznań **273**(33): 21–35.
- HELM D. J. 1995. Native grass cultivars for multiple revegetation goals on a proposed mine site in south central Alaska. – Rest Ecol. **20**: 111–122.
- KOMPAŁA-BĄBA A., BĄBA W. 2011. Udział traw w zbiorowiskach roślinnych wykształcających się na obszarze wybranych kamieniołomów Wyżyny Śląskiej. – Fragn. Florist. Geobot. Polon. **18**(2): 359–374.
- KOMPAŁA-BĄBA A., BŁOŃSKA A. BĄBA W. & CZYBA M. 2005. Grasses in the plant communities which develop on the waste sites of zinc-lead industry (Upper Silesia, S Poland). – W: L. FREY (red.), Biology of grasses, s. 269–283. W. Szafer Institute of Botany, Polish Academy of Sciences, Kraków.
- KOMPAŁA A., BŁOŃSKA A. & WOŹNIAK G. 2004. Vegetation of the “Żabie Doły” area (Bytom) covering the wastelands of lead and zinc-lead industry. – Arch. Ochr. Środ. **30**(3): 59–77.
- KOMPAŁA A. & WOŹNIAK G. 2001. The role of grasses in chosen anthropogenic plant communities in the Upper Silesia Industrial District. – W: L. FREY (red.), Studies on grasses in Poland, s. 329–351. W. Szafer Institute of Botany, Polish Academy of Sciences, Kraków.
- KONDRACKI J. 2002. Geografia regionalna Polski. s. 468. Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa.
- KRZAKLEWSKI W. 1986. Samorzutne zarastanie zwałowisk odpadów z hut żelaza i praktyczne znaczenie wyników badań fitosocjologicznych w rekultywacji tych terenów. – Arch. Ochr. Środ. **1–4**: 157–184.
- MACIAK F. 2003. Ochrona i rekultywacja środowiska. – Wyd. SGGW, Warszawa.
- MATUSZKIEWICZ W. 2001. Przewodnik do oznaczania zbiorowisk roślinnych Polski. s. 537. Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa.
- MAZARAKI I. 1956a. Zwały powstałe z odpadów hut żelaza i wytyczne ich zagospodarowania. – W: W. SZAFER (red.), Komitet dla spraw Górnośląskiego Okręgu Przemysłowego, przy Prezydium PAN, Komisja Biologicznego Zagospodarowania Nieużytków Poprzemysłowych **1**: 117–121.
- MAZARAKI I. 1956b. Nieużytki przylegające do zakładu Huty „Florian” w Świętochłowicach. Materiały dokumentacyjne do rozdziału VI. – W: W. SZAFER (red.), Komitet dla spraw Górnośląskiego Okręgu

- Przemysłowego, przy Prezydium PAN, Komisja Biologicznego Zagospodarowania Nieużytków Poprzemysłowych **1**: 122–127.
- MIREK Z., PIĘKOŚ-MIRKOWA H., ZAJĄC A. & ZAJĄC M. 2002. Flowering plants and pteridophytes of Poland – a checklist. – W: Z. MIREK (red.), Biodiversity of Poland **1**, s. 442. W. Szafer Institute of Botany, Polish Academy of Sciences, Kraków.
- PATRZALEK A. 1999. Wzrost i rozwój *Festuca rubra* L. odmiana Nimba w siedlisku trudnym. – Łąkarstwo w Polsce **2**: 101–111.
- PATRZALEK A. 2000. Udział i rola roślinności spontanicznej w tworzeniu się zbiorowisk z wysiewanymi odmianami traw na gruncie z odpadowej karbońskiej masy skalnej. – Fragn. Florist. Geobot. Polon. **7**: 215–227.
- SINGH A. N., RAGHUBANSHI A. S. & SINGH J. S. 2002. Plantations as a tool for mine spoil restoration. – Current Science **82**(12): 1436–1441.
- SMITH R. A. H. & BRADSHAW A. D. 1972. Stabilization of toxic mine wastes by the use of tolerant plant populations. – Trans. Inst. Min. Metall. A. **81**: 230–237.
- SMITH R. A. H. & BRADSHAW A. D. 1979. The use of metal tolerant plant populations for the reclamation of metalliferous wastes. – J. Appl. Ecol. **16**: 595–612.
- STATSOFT, INC. 2010. STATISTICA (data analysis software system), version 9.1. www.statsoft.com.
- SZAREK-ŁUKASZEWSKA G. & GRODZIŃSKA K. 2011. Grasslands of a Zn-Pb post-mining area (Olkusz ore-bearing region, S Poland). – Pol. Bot. J. **56**: 245–260.
- TER BRAAK C. J. F. & ŠMILAUER P. 2002. Canoco Reference Manual and CanocoDraw for Windows User's Guide. Software for Canonical Community Ordination (version 4.5). Biometrics, Wageningen, České Budejovice.
- TICHÝ L. 2002. JUICE, software for vegetation classification. – J. Veg. Sci. **13**: 451–453.
- TORDOFF G. M., BAKER A. J. M. & WILLIS A. J. 2000. Current approaches to the revegetation and reclamation of metalliferous mine wastes. – Chemosphere **41**: 219–228.
- WIK A. & SENDEK A. 1993. Sukcesja swoistej roślinności na hałdzie hutniczej w Siemianowicach Śląskich. – Kształtowanie środowiska geograficznego i ochrona przyrody na obszarach uprzemysłowionych i zurbanizowanych **9**: 37–45.

SUMMARY

The aim of the research which were carried out on iron smelter affected lands situated in chosen towns (Bytom, Chorzów, Gliwice, Ruda Śląska, Siemianowice Śląskie) of the Upper Silesian Industrial Region (Silesian Uplands) was: to classify the vegetation samples recorded on different heaps of iron smelting with indicating those grasses that are diagnostic for vegetation units; to show the share of grasses in the floristic lists and their structural role in the chosen forest and non-forest phytocoenoses; to compare plant communities of the study objects with those recorded on areas connected with exploitation or processing of iron, lead or zinc ores.

DCA analysis with square root transformation was used in order to determine the direction and range of vegetation variability recorded on iron smelter affected lands. The ordination of species and vegetation samples in the space of I and II DCA was presented on plots. Next mean Ellenberg's indicator values (L, T, F, K, N) were calculated for each relevé, Shannon-Wiener diversity index, soil texture, number of grass species and age of a heap. Vegetation types were separated by fertility, soil reaction and substrate type (axis I) and light (axis II). The plant communities connected with poor, acid habitats were situated on the left side of axis I (*Festuca ovina*-*Silene vulgaris* community), shrub community with *Salix caprea*. In contrast, on the right side of the axis phytocoenoses that developed on sandy habitats (*Corispermum*

intermedium community) or communities confined to sites with higher content of nutrients and salts in a substratum (*Chenopodietum glauco-rubri*) occurred. It was also found a positive correlation between scores of I DCA axis and number of species and Shannon-Wiener's diversity index. The second axis shows weaker correlation with light (from forest plant communities *Betula pendula-Calamagrostis epigejos* community to grassy community with *Festuca ovina* and initial communities (*Chaenorhinum minus*, *Myricaria germanica*).

29 mainly native grass species were recorded in the flora of the investigated objects. *Calamagrostis epigejos*, *Poa compressa*, *Agrostis capillaris*, *Puccinellia distans*, *Festuca ovina*, *Arrhenatherum elatius*, *Poa annua*, *Agrostis stolonifera* occurred with a high frequency in the analysed data set ($\geq 16\%$). Among grasses only *Calamagrostis epigejos* occurred with frequency more than 50% and higher abundance in patches of some investigated plant communities (*Betula pendula-Calamagrostis epigejos* community, *Myricaria germanica-Chamaenerion palustre* community, shrub community with *Salix caprea*, *Tanacetum vulgare-Pastinaca sativa* community, *Festuca ovina-Silene vulgaris* community; *Agrostis capillaris*, *Poa compressa*, *Arrhenatherum elatius*, *Puccinellia distans* in some patches of shrub and herb communities, while *Poa annua* in the *Chenopodietum glauco-rubri*. Most grasses (mainly of alien origin) occurred in less than 10% of relevés and with low value of coefficient cover. In eight distinguished vegetation units of metalliferous wastes from 5 (*Festuca ovina-Silene vulgaris* community) to 20 grass species (community *Tanacetum vulgare-Pastinaca sativa*) occurred. The share of grasses in the floristic lists reached less than 15%. The lowest share in the plant cover (less than 4%) had grasses in some initial communities with *Corispermum leptopterum*, *Chaenorhinum minus* and in *Chenopodietum glauco-rubri*. The highest contribution (more than 35%) to vegetation cover had grasses mainly in *Tanacetum vulgare-Pastinaca sativa* community, *Festuca ovina-Silene vulgaris* community (only 6 grass species were recorded but 4 with frequency 60% and more and high value of coefficient cover) and forest community (*Betula pendula-Calamagrostis epigejos*).

Przyjęto do druku: 06.09.2013 r.